

【特許請求の範囲】

【請求項1】 顔の3次元形状情報およびカラー情報の二つを用いて人物の照合を行うための人物照合装置であって、

対象の3次元形状情報およびカラー情報を計測するための計測ユニットと、

前記計測されたカラー情報に基づいて顔部分のみの3次元形状情報およびカラー情報を抽出するための抽出ユニットと、

前記抽出された顔部分のみの3次元形状情報およびカラー情報のいずれか一方もしくは両方に基づいて辞書と照合を行うための照合ユニットと、

前記計測ユニットによって予め計測した複数の人物の顔の3次元形状情報およびカラー情報を辞書として蓄積するための辞書ユニットと、

前記照合ユニットでの照合結果の判定を行うための判定ユニットと、

を備えることを特徴とする人物照合装置。

【請求項2】 前記判定ユニットは、事前に与えられたしきい値と、前記照合ユニットでの計算結果の比較を行うための比較ユニットと、を新たに備えることを特徴とする請求項1に記載の人物照合装置。

【請求項3】 前記判定ユニットは、前記照合ユニットでの複数の計算結果の中から最小値を求める最小値検出ユニットを新たに備えることを特徴とする請求項2に記載の人物照合装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、顔の3次元形状情報およびカラー情報の照合により人物の照合を、より正確に、全自動で行なう装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、顔の照合を行なう方式としては、以下のようなものが考えられて来た。

【0003】(1) 2次元顔画像による人物照合
TVカメラ等の2次元画像撮影装置を用いて入力された2次元顔画像の照合をとることにより人物照合を行うものである。この方式は、上記TVカメラ等の2次元画像撮影装置とコンピュータという比較的簡便な装置で実現できる利点があり、これまで多くの研究例が発表されている。より具体的には、2次元顔画像をそのまま2次元パターンとして照合する方法、同画像を2次元的にぼかすことによって得られるぼかし画像を2次元パターンとして照合する方法、同画像にフーリエ変換等の変換を施すことによって得られるデータを照合する方法などが提案されている。また、照合の方法としては、統計的パターン認識の考えに基づく手法やニューラルネットを利用する方法が試行されている。

【0004】(2) 3次元顔画像による人物照合
これに対し、顔を含む頭部の3次元形状を計測し、これ

に基づいて人物照合を行なう研究例も発表されている。それらの方式はいずれも3次元形状情報のみを使用する方法である。このため、顔だけでなく頭部の一部もしくは全部を含む3次元形状情報を使用して照合を行なうか、あるいは、あらかじめ人間の手間によって切り出された顔の部分のみの3次元形状情報を使用して照合を行なうことが行なわれている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の(1)で述べた各種の2次元顔画像による人物照合方式には、原理的に避けて通れない重大な問題がある。それは、人間の顔は本質的に3次元物体であり、TVカメラ等の2次元画像撮影装置を用いて入力されるデータは、撮影時の顔と装置の間の距離および顔の向きによって大きく異なるという本質的問題である。

【0006】一例として、我々は正面から見た顔を言葉では簡単に正面顔と表現するが、実際問題として物理的に一定した正面を定めることは至難の技である。

【0007】そして、例えば証明写真等の2次元顔画像をよく観察すれば簡単にわかることであるが、同じように正面を見ている顔を撮影した場合でも、ほんのわずかな顔の向き(上下左右)によって得られる2次元顔画像データは大きく異なってくるのである。

【0008】上記(1)で述べた従来の各種手法は、これらの顔の向きの変動による2次元顔画像データの変動をある程度までは吸収することができるのみである。このように、計測のたびに本質的に異なるデータを利用して行なう照合能力にはどうしても限界があり、高い精度で照合を行なうことはできない。

【0009】これに対し、上記従来の(2)で述べた3次元顔画像による人物照合方式には、2次元顔画像による場合のような本質的問題はない。しかしその中で、顔だけでなく頭部の一部もしくは全部を含む3次元形状情報を使用して照合を行なう手法では、計測時ごとに簡単に大きく異なってしまう頭髪の影響のために精度の高い照合を行なうことが困難であるという問題がある。また、あらかじめ人間の手間によって切り出された顔の部分のみの3次元形状情報を使用して照合を行なう手法では、人手を介する必要がある、手間がかかる問題がある。

【0010】このように、従来の方式では、それぞれに欠点があり、正確な人物照合を完全自動で行なうことはできないという欠点があった。

【0011】本発明は、そのような従来方式の欠点を除去するためのものであり、人物照合をより正確に、かつ全自動で実行することができる人物照合装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明による第1の発明は、顔の3次元形状情報お

およびカラー情報の二つを用いて人物の照合を行うための人物照合装置であって、対象の3次元形状情報およびカラー情報を計測するための計測ユニットと、前記計測されたカラー情報に基づいて顔部分のみの3次元形状情報およびカラー情報を抽出するための抽出ユニットと、前記抽出された顔部分のみの3次元形状情報およびカラー情報のいずれか一方もしくは両方に基づいて辞書と照合を行うための照合ユニットと、前記計測ユニットによって予め計測した複数の人物の顔の3次元形状情報およびカラー情報を辞書として蓄積するための辞書ユニットと、前記照合ユニットでの照合結果の判定を行うための判定ユニットと、を備えることを特徴とする。

【0013】また、本発明による第2の発明は、上記第1の発明の人物照合装置において、前記判定ユニットが、事前に与えられたしきい値と、前記照合ユニットでの計算結果の比較を行うための比較ユニットと、を新たに備えることを特徴とする。

【0014】さらに、本発明による第3の発明は、上記第2の発明の人物照合装置において、前記判定ユニットが、前記照合ユニットでの複数の計算結果の中から最小値を求める最小値検出ユニットを新たに備えることを特徴とする。

【0015】本発明では、カラー情報を用いて顔部分のみの3次元形状情報とカラー情報を自動的に抽出し、顔部分のみの3次元形状情報とカラー情報の一方もしくは両方を用いた人物照合により、頭髪等の影響を受けず、かつ2次元顔画像のように顔の向き等に影響されことなく、人物照合をより正確に、かつ全自動で実行可能とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を、図を用いて詳しく説明する。

【0017】図1は、本発明の第1の発明の実施形態例を示す構成図であって、101は、顔を含む人物頭部、102は、3次元形状情報およびカラー情報を計測するための計測ユニット、103は、カラー情報にもとづいて人物の顔部分のみの3次元形状情報およびカラー情報を抽出するための抽出ユニット、104は、該3次元形状情報およびカラー情報の両方にもとづいて照合を行なうための照合ユニット、105は、該計測ユニット102によってあらかじめ計測した一般に複数の人物の顔の3次元形状情報およびカラー情報を辞書として蓄積するための辞書ユニット、106は、照合結果の判定を行なうための判定ユニット、107は、判定結果、である。

【0018】本装置の主な動作は、辞書作成モード、照合モードの2つのモードからなる。なお、計測ユニット102の一例としては、すでに3次元形状とカラーを同時計測可能なスキャナが存在する(資料1「Y. Sue naga and Y. Watanabe: "A Method for the Synchronized

Aquisition of Cylindrical Range and Color Data", I EICE Trans., vol. E-74, No. 10, pp. 3407-3416 (1991. 10)」参照)。

【0019】最初に辞書作成モードについて説明する。このモードにおいては、人物頭部101の3次元形状情報および表面カラー情報を計測ユニット102を使用して同時に計測し、さらに、抽出ユニット103を使用してカラー情報に基づいて人物の顔部分の情報のみを抽出し、顔部分のみの3次元形状情報とカラー情報をセットにしたもの(以下では、簡単のため、これを単に顔データと呼ぶ)を求める。この顔データを求める作業を、本発明装置の適用対象となる全ての人物について、1人ずつ行ない、人物名もしくは人物番号と対照できる形の表(以下、簡単のため、これを辞書と呼ぶ)として辞書ユニット105に格納する。

【0020】次に、照合モードについて説明する。このモードでは、照合すべき人物の頭部101の3次元形状情報および表面カラー情報を計測ユニット102を使用して同時に計測し、さらに、抽出ユニット103を使用してカラー情報に基づいて人物の顔部分の情報のみを抽出し、顔部分のみの3次元形状情報とカラー情報をセットにした顔データを求める。その顔データを照合ユニット104において、辞書ユニット105の中に辞書として蓄積してある顔データと照合する処理を行ない、照合結果106を求める。なお、後に、図3および図5を用いて説明するように、この照合には、個人同定のための照合(本発明による第2の発明)、人物確認のための照合(本発明による第3の発明)の2種類などがあり得る。

【0021】図2は、抽出ユニット103の構成と動作を説明するための図であり、201は、カラー情報分類機構、202は、顔部分抽出用マスク、203は、顔部分抽出機構、である。以下、この動作について説明する。なお、以下の説明では簡単のため、RGBカラー空間を使用するが、YUV空間などの他のカラー空間を使用することも可能であり、その場合にも以下に述べる論理は全く同様に適用可能である。

【0022】まず、カラー情報分類機構201の制御により、あらかじめ、顔部分抽出用マスク202の全体を“オフ”にクリアしておく。

【0023】次に、カラー情報分類機構201の制御により、計測ユニット102から送られる各点のカラー情報がRGBカラー空間の中のどの位置にあるかを調べ、そのカラーが顔の肌色とみなせるかどうかを判定し、それが顔の肌色とみなせる場合にのみ、顔部分抽出用マスク202の対応する点を“オン”にする。この動作を全ての点について実施することにより、顔部分の点のみが“オン”かつ、それ以外の点は“オフ”となるような顔

部分抽出用マスク202が出来上がる。

【0024】最後に、顔部分抽出機構203において、この顔部分抽出用マスク202を利用し、計測ユニット102から送られる3次元形状情報およびカラー情報の両方についてそれぞれ顔部分のみを抽出（即ち、顔以外の部分の3次元情報およびカラー情報を廃棄）し、それを辞書ユニット105に送る。

【0025】次に照合ユニット104について説明する。照合処理は、具体的には新たに計測した顔データと辞書として蓄積されている顔データの間の最小誤差を求める問題に帰着される。この最小誤差を求めるための方法として、説明の簡単化のため、以下では顔データの重心を一致させたのち重心回りに顔データを微小回転させて誤差を求めるという方法について説明するが、これは照合処理の方法の一例に過ぎず、実際にはこれ以外にもさまざまな最適化手法や数値計算手法がある。

【0026】図3は、照合ユニット104の一構成例を示す図であり、301は、抽出ユニット103から送られた照合処理をすべき顔データ（照合顔データ）、302は、辞書から取り出した顔データ（辞書顔データ）、303は、重心ユニット、304は、微小回転ユニット、305は、誤差計算ユニット、306は、最小誤差、307は、計測した顔データ301を平行移動させ、辞書顔データ302と重心位置が合うようにした顔データ（重心適合顔データ）、308は、重心適合顔データ301を微小回転させたもの（回転顔データ）である。また、図4は照合ユニット104の動作を示す図である。

【0027】以下、図3と図4を参照しつつ照合ユニット104の動作を説明する。

【0028】まず、重心ユニット303において、照合顔データ301、および、辞書顔データ302の各々について、3次元形状の重心を求める。そして重心の位置が一致するように照合顔データ301の位置を3次元空間内で平行移動させることにより、重心適合顔データ307を求める（図4（a））。

【0029】次に、微小回転ユニット304において重心適合顔データ307を重心回りに微小回転させることにより、回転顔データ308を求める。微小回転の量および回転の方向を変えて繰り返すことにより、さまざまな回転量と回転方向を有する多数の回転顔データ308を求める（図4（b））。

【0030】最後に、誤差計算ユニット305において、辞書顔データ302と回転顔データ308の各々の間の誤差を計算することによって最小誤差306を求め、それを判定ユニット106に送る（図4（c））。

【0031】最小誤差を求めるための方法として上記では、顔データの重心を一致させたのち重心回りに顔データを微小回転させて誤差を求めるという方法について説明したが、実際には上記以外にもさまざまな最適化手法

や数値計算手法があり、それらを用いることが可能であることはいうまでもない。さまざまな手法は計算の複雑さの度合、計算コストや収束性、安定性などでそれぞれ特質があるが、最小誤差を求めることが出来るならば原理的にはいずれも使用可能である。

【0032】なお、辞書顔データをS、回転顔データをDで表すとすると、両者の間の2乗誤差は、以下で表現できる。

【0033】

【数1】

$$Err = \sum_{i=1}^{i=\max} (S_i - D_i)^2$$

【0034】これらSおよびDとしては、具体的には、3次元形状情報とカラー情報の両方もしくはいずれか一方を使用することが可能である。また、上述のように照合を行なう手法についても多くのものがある。

【0035】図5は、本発明の第2の発明による実施形態例を示す図であって、ある人物が本当にその人物であるかどうかを再確認する目的で構成された上記判定ユニット106の一構成例を示すものであり、501は、比較ユニット、502は、しきい値、である。

【0036】この判定ユニット106の動作は簡単であり、最小誤差306があらかじめ定めたしきい値502よりも小さいならば、その人物は確かに本人であるという判定結果を、そうでなければ本人ではないという判定し、判定結果107として出力する。

【0037】図6は、本発明の第3の発明の実施形態例を示す図であって、ある人物が予め辞書に登録されている人物のうちの誰であるかを調べる目的で構成された上記判定ユニット106の一構成例を示すものであり、601は、最小値検出ユニット、602は、最小値、501は、比較ユニット、502は、しきい値、である。この場合は、その人物の顔データを、辞書ユニット105の中に辞書として蓄積されている全人物の顔データと比較し、それら全ての場合の最小誤差306を判定ユニット106に送る。判定ユニット106では受け取った複数の最小誤差を比較し、その中での最小値602を求める。その最小値602を与える人の番号（あるいは氏名、説明の都合上、仮に人物Aとする）を記憶する。

【0038】さらに、その最小値602を比較ユニット501によって予め定めたしきい値502と比較し、それがしきい値502よりも小さい場合には対応する人物Aであると判定し、判定結果107として出力する。最小値602がしきい値502よりも大きい場合には該当人物なしと判定し、判定結果107として出力する。

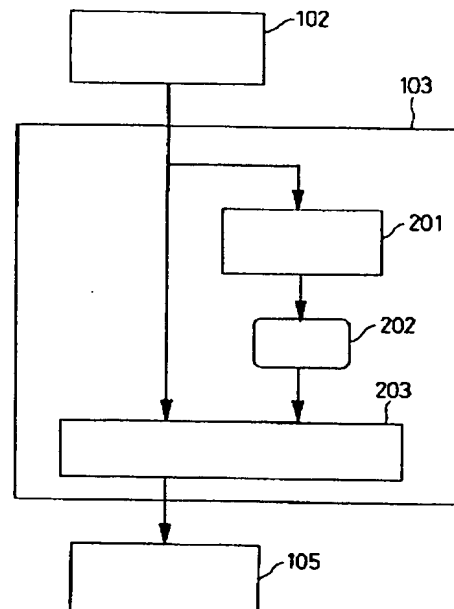
【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来とは異なり、たとえ髪型が変わっても、ある程度以上の顔部分の3次元情報とカラー情報を計測することが

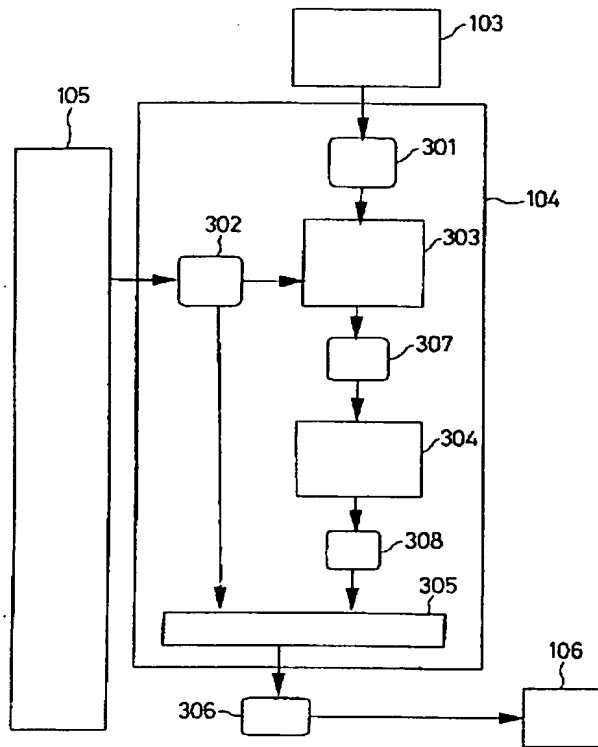
【符号の説明】

1 0 1…顔を含む人物頭部
1 0 2…計測ユニット
1 0 3…抽出ユニット
1 0 4…照合ユニット
1 0 5…辞書ユニット
1 0 6…判定ユニット
1 0 7…判定結果
2 0 1…カラー情報分類機構
2 0 2…顔部分抽出用マスク
2 0 3…顔部分抽出機構
3 0 1…照合顔データ
3 0 2…辞書顔データ
3 0 3…重心ユニット
3 0 4…微小回転ユニット
3 0 5…誤差計算ユニット
3 0 6…最小誤差
3 0 7…重心適合顔データ
3 0 8…回転顔データ
5 0 1…比較ユニット
5 0 2…しきい値
6 0 1…最小値検出ユニット
6 0 2…最小値

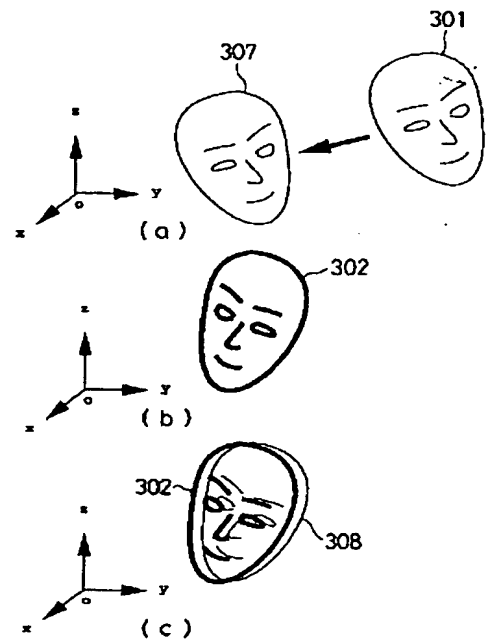
【図2】



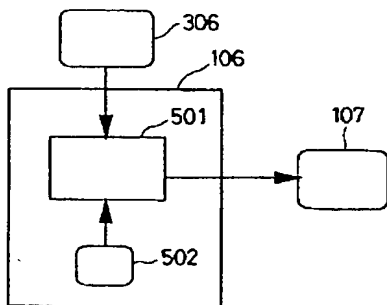
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

